

Example 5

The durations and direct costs for each activity in the network of a small construction contract under both normal and crash conditions are given in the following table. Establish the least cost for expediting the contract. Determine the optimum duration of the contract assuming the indirect cost is £1.125/day.

Table 7.2 Data for Example 7.1

Activity	Preceded by	Normal		Crash	
		Duration (day)	Cost (£)	Duration (day)	Cost (£)
A	-	12	7000	10	7200
B	A	8	5000	6	5300
C	A	15	1000	12	1600
D	B	23	5000	23	5000
E	B	5	1000	4	1050
F	C	5	7000	4	7500
G	E, F	20	6000	15	6500
H	I	15	2500	11	2580
I	D, G, H	12	7000	10	7150

في المثال هنا معطى هذا الجدول وطلب أعلى (Crash) يعني
تو بنسب يأخذ مثلاً 10 أيام أنا عاوز أضعفه مثلاً 8 أيام وبالتالي
في التكلفة زمت شريح الكلى يقل .

ولكن هذا ال Crash مربوط بعدر أيام أدنى لكل بندك يعني مثلاً
هعمل Crash لأنى بند جزايجى لازم يدرى أقل duration لكل
بند وعلى أساسك تعرف أقصر crash له هتكون قد لازم
أول حاجة هعمل جدول دا

$$\frac{C_c - C_n}{D_n - D_c}$$

C_c Crash Cost
 C_n Normal Cost
 D_c Crash duration
 D_n Normal duration

C_c : يعني التكلفة هتكون
كأ لو عملت Crash
وهي طبعاً أكبر من وانا
شغال مستريح في
ال Normal

C_n : يعني التكلفة هتكون كأ
لو استغلت Normal

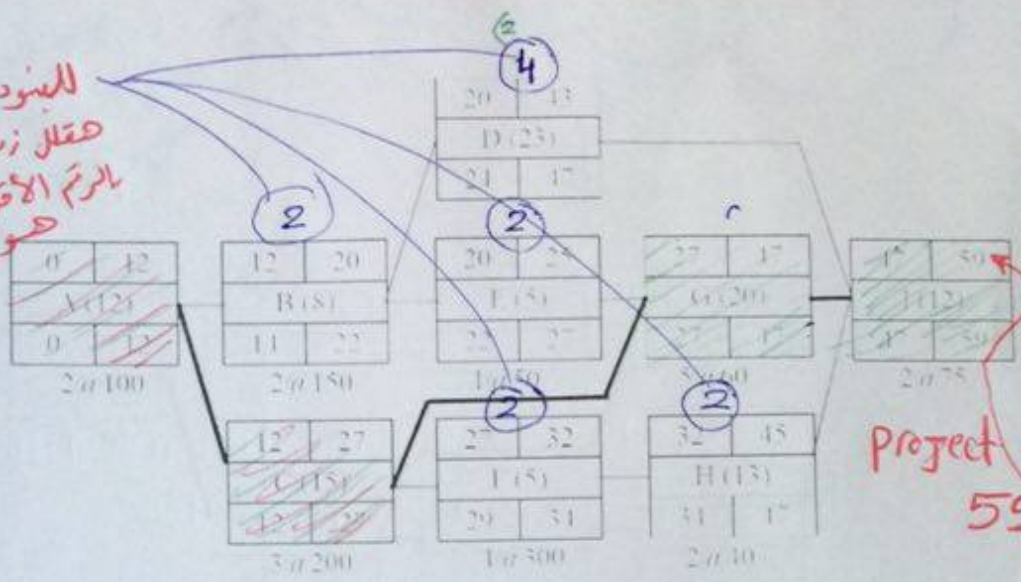
D_c : هو زمن البند بعد ما ضفط

D_n : هو زمن البند بدون ضفط

Act.	R	$D_n - D_c$
A	100	2
B	150	2
C	200	3
D	0	0
E	50	1
F	300	1
G	60	5
H	40	2
I	75	2

معناه كل بند
هتقدر أضعفه
كأ يعني

T.F
 Non critical
 هقلل زمن ليندر G
 بالزمن الاقل سنزوم التي
 هو 2 يوم



Project duration
 59 day

* رسمت هذا ال precedence diagram عاري جداً من الجدول وأقرب لسطح
 ال Critical (طريقة الرسم لم يطلعتم قبل لميعيم)

ACGI Critical هذا هو

- ACGI (Critical path)
- Project duration = 59 day

تجميع كل ال cost
 في ال Normal
 لا تأخذ الة معطش
 Crash

حسب ال Total Cost ← Direct - Indirect
 D.C 36500 L.E
 I.C
 معطش ال تكلفة
 اليم I.C
 ال 125
 وأنا عندي هنا
 ال 59 ال فترة مشروع
 $I.C = 59 \times 125$
 $= 7375 LE$

$D.C + I.C$
 $36500 + 7375$
 $= 43875 L.E$

طب أنا هنا حاور أضبط مشروع علشان ال خلط في وقت أقل

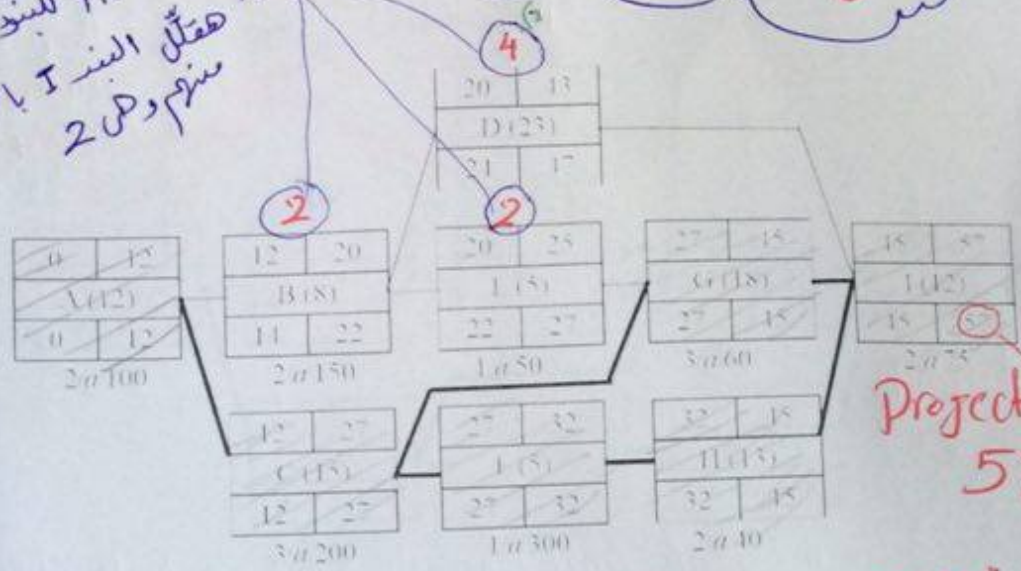
هقلل زمن ليندر التي في ال Critical path: صحت أقل
 لكم هقلل من؟ هقلل الة تكلفته أقل من خلال الجدول التي علمت
 في الأول وجبت قيم R منه الجدول دا
 علشانم كذا هقلل الأقل تكلفة أي ليندر G وهو مسموح له
 بالإنخفاض 5 أيام لكم لازم أرفع على ليندر التي مش Critical
 وأهبط ال T.F وأقلل ال G بأقل T.F ممكنة

R for → A = 100
 C = 200
 G = 60
 I = 75

علشانم كذا هقلل يوميه من مش 5 الة ال T.F بتاعت ليندر ال Non critical
 كتيمة أقل الة لو قللت 5 الة هما مسموح بيه ال Critical path

قيم T.F للبنود الـ Non critical
 هقلل البند I بالقيمة الأقل
 سنقوم بـ 2

Crash Act G 2 days



Project duration
 57 day

- هبنا هنا رسم Precedence diagram جديدة باختلاف واحد فقط وهو الانضباط الـ G يومين أي بدل ما كان الـ duration بتاعه 20 هيقول يومين هيبقى 18 ورسم الـ Precedence diagram من جديد كما هو موضوع
- كذا البند G أنا هنعطيه إلى 18 يوم يعني كاشموع هنعطيه 5 أيام أنا هنعطيه يومين فقط يعني لسته مسموح أخفطه 3 أيام كمان
- هبنا أخص هنا لما العسارات الـ critical الجديدة التي ستظهر
- هلاحظ لما العسار الـ critical القديم مازال موجود وظهر مسار critical أخضر معاه ←



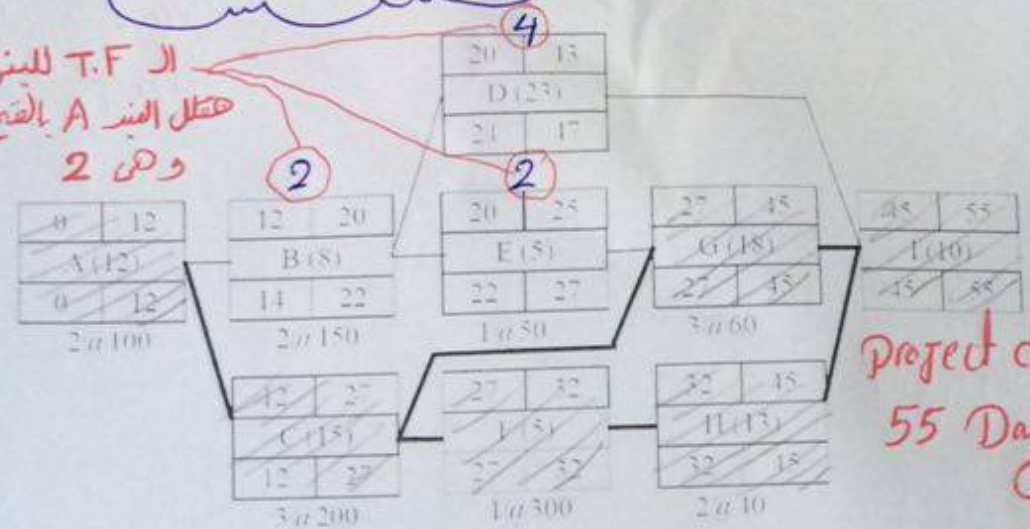
كما مسرودي أقلل المكرر معاً يعني أقلل الـ A فقط أولي C فقط أو الـ I فقط
 أما الـ G نتغير مع F or H يعني
 وهنقدر هنا مبين الـ هفقط حسب الأقل تكلفة
 هختار هنا الأقل تكلفة فنحن مثلاً كان الـ I
 هو الأقل تكلفة 75 LE فقط
 G & H 40 + 60 = 100 L.E
 G & F 300 + 60 = 360 L.E

لكن هقلل كأيوم ؟ لازم أشوف الـ T.F للبنود الـ Non critical
 وهقلل بالقيمة الأقل الـ T.F للبنود الـ Non critical

فلاحظ إنه أقل الـ T.F للبنود الـ Non critical تساوي 2 كذا والبند I
 التي هقلل مسموح أقلل يومين فقط من خلال طرح $D_n - D_c$
 لذلك هقلل بمقدار اليومين كوا اليومين دول هما التي مش هتخلوا تظهر
 جديد كذا بالإضافة إنه مش مسموح له بالانضباط إلا يومين فقط

Crash I 2 days

Non crit. T.F للبنود
هطل البند A بالقيمة الأقل
وهي 2

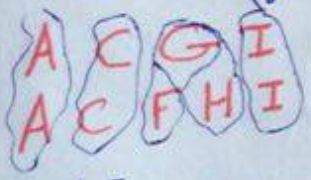


Project duration
55 Day

• كذا البند I أصبحت الـ duration بإعتابه بـ 12 أصبحت 10 فقط علشان
هبطت يومين " أخلي بالي كذا البند I مقدريش أضيفه أكثر من كذا لأن هتفطر
يومين وهما دول أقصر الضغط كان مسبوحي بين البند دا "

• حسابنا جديد رسم الـ precedence diagram من جديد وكل التقييمات اللي
قبلنا الـ duration للبند I بقت 10 بدلاً 12 وارسلي من جديد كالموجود

نحس على الرسم الـ critical paths هلاقيهم كالتالي



هتفطر لبتكر مع بعضه واختلاف من نوعه اللي
هو الـ G هتفطر مع الـ F أو الـ H
يعني كذا ممكن أضيفه التالي

- A = 100 L.E
- C = 200 L.E
- F & G = 360 L.E
- F & H = 100 L.E
- I = 75 L.E

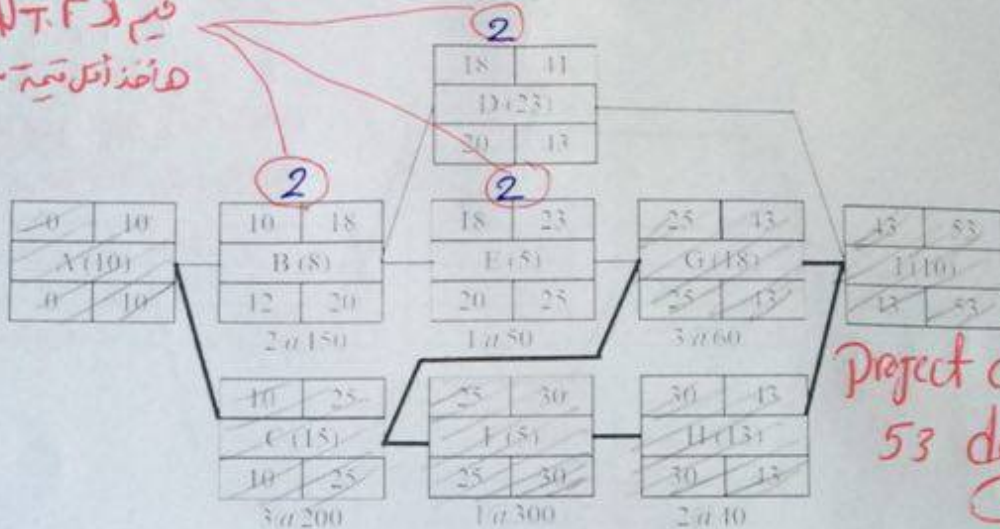
الأقل قيمة هو الـ I لكن أنا هتفطره من 12 يوم إلى 10 أيام
وهو دي أقصر الضغط فيه يبقى هتفطره
أضيفه كان

علشان كذا هتسوف اللي أقدر تكلفه بس ميكونش I
فرضا هلاقى الـ A أو الـ F & H تكلفته 100 L.E فرضا براحتي
قهتقوله مثلاً هقلد الـ A ... لكن هقلد كذا قد لا يهبط
هتسوف على حاجتيه في اللي هتسوف في هتسوف ليكر بالضغط أدنيه

• أقل قيمة T.F للبنود الـ Noncritical

Crash Act A 2 days

قيم ال T.F للبنود ال Non Crit.
واخذ اقل قيمة منهم أي 2



Project duration
53 days

هنا خلاص أنا قلت البند A بمقدار يومين يعني بدل ما ال duration بتاعه كانت 12 يوم بقى 10 أيام فقط. في هرسم ال Precedence dra. سهر يد باختلاف واحد هو ال A بقى 10 أيام يعني هرسم نفس آخر Precedence diagram وتسم أخترت ال A بدل 10 أيام وأرسمك مبر جيد

ACGI

ACFHI

A = 100 L.E

C = 200 L.E

F&G = 360 L.E

G&H = 100 L.E

I = 75 L.E

شدة 5 لأنى ضغطت مبر
يوسم بقل كذا

critical paths

هتقل كالسابعه المكرر مع بعض واختلاف ال هو G
أخترته مع المختلف في مسار الثاني ال هو F or H
لذلك سألسمج أقل العالين

بعاً للأقل تكلفة فانا جفرض ان أقل البند I لكم دا
مينفعش لأنى ضغط يومين وكانت دي أقول
انضافه له. لذلك البند A مينفعش أضغط
أكثر من كذا لأنى ضغط يومين وهو كانت أكبر انضافه
مسرعة له. لذلك هص على الأقل غير I or A
وهو ال G&H حيث تكلفته 100 جنيه فقط

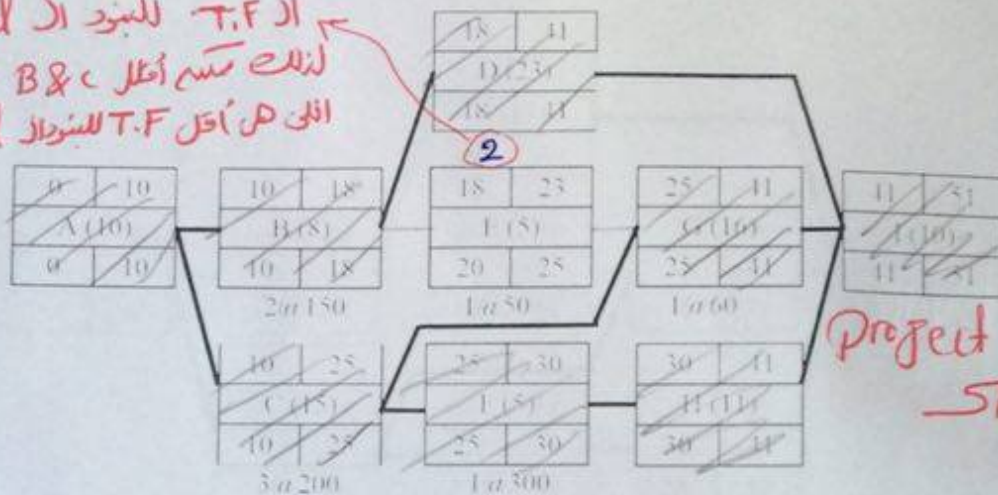
G = 3 days

H = 2 days

هيا ال G&H معاً أرض على حاصيتي 1 سمج لهما باضفا 2 كايوم
ولكن الاثنين فينضفوا معاً يبقى المسمج 2 days لهما معاً كحشر
لشوف ال T.F للبنود ال Non critical. واخذ اقل قيمة منهم فترلاف أقل قيم
ال T.F للبنود ال Non critical هي 2 days
لذلك هتلا في ال G&H

Crash H&G both 2 days

Non critical T.F. للبند الـ
لذلك تم اطلاق B & C معاً يومين
التي هي أقل T.F. للبند الـ Non critical



Project duration
51 day

كما سبقه رسم Precedence diagram جديدة أنتجت عن السابقة
في أني قلت البنية H&G يومين معاً يعني البند
* G بدل ما كان الـ duration له يساوي 18 ~~أصبح يساوي 16~~
* H بدل ما كان الـ duration له يساوي 13 ~~أصبح يساوي 11~~
وهرسم على التغييرين دول.



حسب الـ Critical paths التي ظهرت
هضفت المكرر معاً يعني I أو A لكنني هضفتهم
قبل كذا بأقصى قيمة آضفوا يقين مش هينفع أضفهم
هلافت البند D كأنه ذر سمح له بأي إضفاً لذلك أخرج
خارج الاختلاط تماماً



الاحتمالات المتبقية عندي هي

لذلك بقى عندي احتماليه بين

$$B \& C = 350 \text{ L.E}$$

$$F \& G \& B = 510 \text{ L.E}$$

هضف على الأقل تكلفة

لذلك هقلل الـ B & C معاً

لكن هبص كاجتبه ① الـ B & C سمح لهم يقلوا تدايه

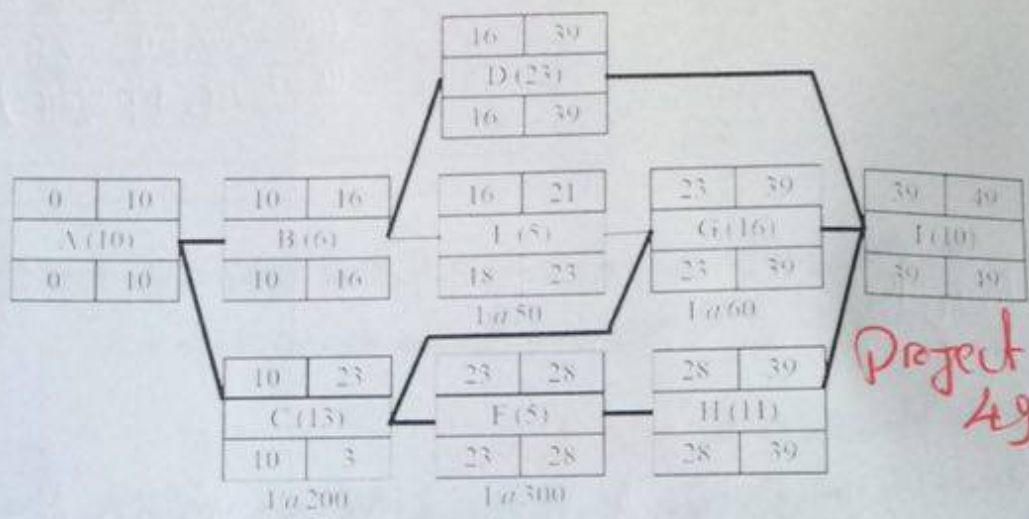
$$B=2 \Rightarrow \text{قلوا الأيسم معاً يومين}$$

$$C=3$$

Non critical T.F. للبند الـ

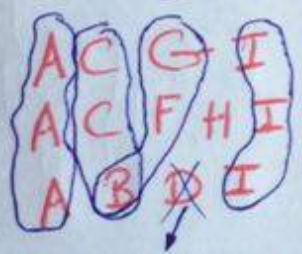
كانت 5
هضفت 2
اليومين
قبل كذا
هضفت 2
لأن الـ H
تتغير 2
بأنه لازم
يضاف معاً

Crash B & C Both 2 days



Project duration 49 day

ہلکے سے مزید کام سیر Precedence diagram جدید و کم ہنگام علیحدہ
تغییر جدید ہوا انضباط B & C مٹا لے یومیہ
یعنی B بدلے گا گنت ال duration لے کر 8 آیا ہے بقیہ کیا
ال C بدلے گا گنت ال duration لے کر 15 یوم ہے بقیہ B یوم
وہ رسم ال Precedence diagram جدید بالاعداد یہ رول و



critical path
* ملاحظہ کیا ہے کہ فیش ال crash تائی ہوئے
آغلہ

Crash = 0

قبل ال Crash نرمہ شروع کان 59 یوم
لکھ بعد ما خلت Crash مروراً باکثر
مہ مرحلہ ال Crash زہج نرمہ شروع 49 یوم فقط

Duration	Direct cost X 1000 L.E	Indirect cost x 1000 L.E	Total cost x 1000 L.E
59	36.50	7.375	43.875
57	36.62	7.125	43.745
55	36.77	6.875	43.645
53	36.97	6.625	43.595
51	37.17	6.375	43.545
49	37.87	6.125	43.995

* هعمل جدول دا وأحسب ال Direct & Indirect Cost لكل فترة "يعني مع كل Crash علته"

كشان حساب ال **Direct Cost** عند بداية مشروع بتجمع كل الفلوس اللي في خانة ال Normal ثم مع كل Crash هنرود على قيمة ال R اللي حسبناها في الجدول اللي هيبعمله Crash مضروبة * عدد أيام ال Crash يعني مثلاً علنا أول حاجة Crash للبرج لمدة يومين وكانت R للبرج = 60 جنيه .

$$\therefore D.C = 36500 + 60 \times 2 = 36620 \text{ L.E}$$

@ duration 57 day

↓ مجموع كل قيم Normal Cost قبل آتت Crash

↓ R * 2 days

وهكذا ..

حساب ال **Indirect Cost** . المضرب عدد أيام مشروع * تكلفة اليوم الواحد ال I.C وهي كانت معطاه 125 L.E لليوم الواحد يعني مثلاً لما كانت زمن مشروع 59 يوم يبقى

$$I.C = 59 \times 125 = 7375 \text{ L.E}$$

وهكذا ..

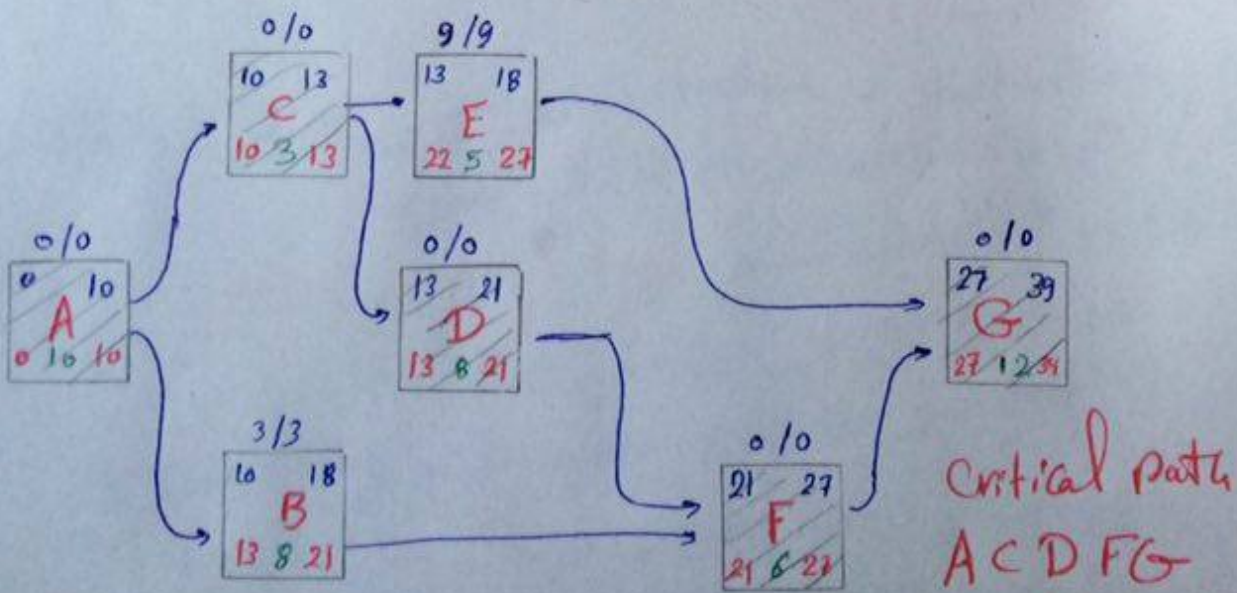
Update

• فكرة ال update هو ان عند تاريخ معين من زمن المشروع مطلوب من ال Planner عمل تحديث مثلاً بعد مرور 30 يوم عمل مشروع في حال Activities يحصل عليه تغيير مثلاً بتأخر أو بتبدأ بدي أو زايه أو تنزل زمن duration كثير أو أقل من المطلوب وماور آخره فأننا برسم ال Precedence diagram عادي جداً بعد كذا هيطلب مني (اعمل update) فدهشوف لازايه انغير في كل بند حسب ال update المطلوب ليه وهكنا دي بالتالي زمن المشروع هتغير نتيجة لتغيرات اللي جت على ال Activities.

• هتدخل ان شاء الله مسألتين (بتاعت الخافرة - بتاعت البسكيت).

lecture example 8-

* كان رسم Precedence diagram عادي جداً زي دا.



* For The following Network & The Progress Report after 12 working days Included The following Informations

- Activity D will be delay in start by 2 days.

* أن أن السند D هي تأخر من بداية بتأخره بيومين يعني هنا كما
يسبقه E.S = 13 يبقى حسب السند E.S = 15 وطالما قال
Start لازم أطلع من ال Start

- Activity E was underestimated & now is Required 10 days

* أن أن السند E واحد duration **زقل** من لازم **عس اللز** محتاج
وهي كانت 5 أيام فقال هو محتاج 10 أيام مش 5 أيام يعني
ال duration بتأخر 10 days

- Activity F Cannot start before working day 30

* أن أن السند F مش حسب قبل 25 يوم عمل يعني 30 working days
E.S = 29 ← E.S = Working days - 1

- Activity G was overestimated & now is Required 10 days

* أن أن السند G واحد Duration زكتر من اللازم وهي 12 days
فقط لازم أقلل الزيادة 10 أيام فقط

* بعض الملاحظات :-

1- عمل start activity ب duration تساوي صفر **وال activity**
ب السند ال E.S بتأخره هو زمن عمل ال update

• ف هنا قال أن ال update ← After 12 working days

يعني بعد 12 يوم عمل أن في اليوم ال 13

Working day = 13 ⇒ E.S for start activity = W.D - 1 = 12



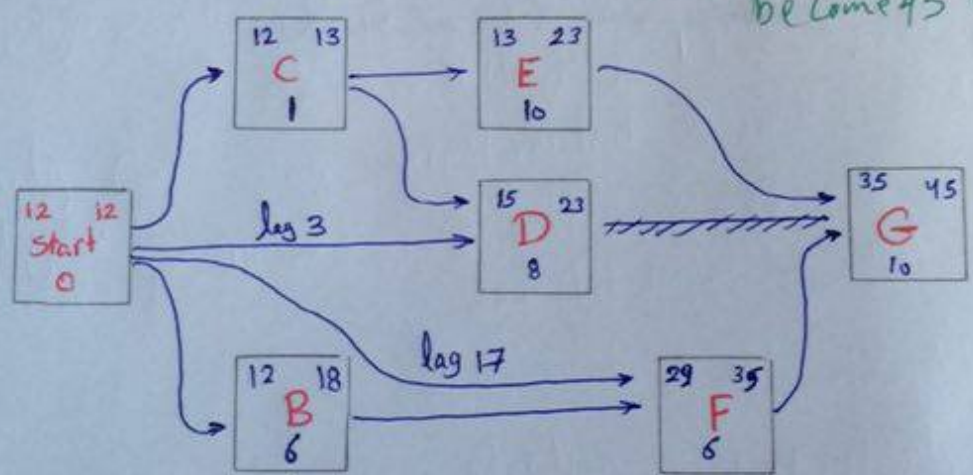
يبقى عمل start activity بالشكل دا هو دا بداية ال update

2- أي بند زكروش في أي عمل update مش دخلوا معايا في
ال precedence بشرط يكون أصلاً خالص قبل ال update

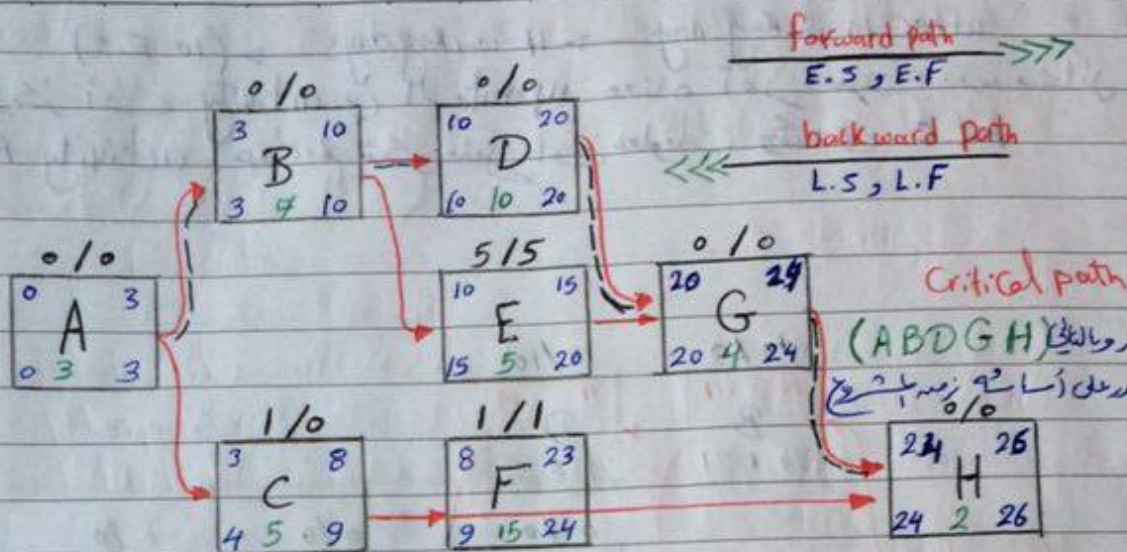
A & B & C
 update لنسود
 فحشوف من التلات بنود دي لراوى واحد منهم خالص أصلاً
 قبل ال update مش هدخله معاً في رسم ال precedence diagram

- البند A خالص أصلاً بعد 10 أيام وأنا عملت update بعد 12 يوم يبقى البند A مش هتختل خالص في ال precedence diagram
- البند B & C مش ذاكر عنهم أك update لكن البند B خالص أصلاً بعد 18 يوم يعني لسه هتختل معانا في ال update لأنه هتختل وكذلك البند C خالص بعد 13 يوم يعني عند عمل ال update لسه ممكنش
- كل البنود هتختل معانا في ال update ما حدا البند A

Project duration
 become 45 day



* البند B & C مذكروا تغيير طرأ عليهم وكذلك فحشوف كل واحد منهم خالص بعد أريه E & F
 فالبند B خالص بعد 18 days وهو عمل بديله ال update عند 12 يوم لانه ال duration بتايت
 البند C كيتبقى 6 أيام فقط لأنه خالص عند 18 وال update بديله عند 12 يبقى فاضله 6
 لأنه خالص منه يومين قبل ال update لأنه كان بديله من 10 ال البند C نفس الكلكا كانه أصلاً
 خلاصه عند E & F = 13 وال update بديله عند 12 يبقى ال duration المتبقية يوم واحد
 * البند D كانه قال إنه إناخه من بديله اللي هو كانت 13 بنو يوم يبقى كسباً و 15 ك E & F وال duration
 مش هوصله حاجه لكن مدام ذكر كده start يبقى أجمله منهم من ال start وأكتب عليه ال دمج
 اللي حصل يعني التأخير كان 3 أيام
 * البند E قال لأنه خد وقت أقل من اللازم فحتاج أضاف ال duration 10 بدلاً من 5
 * البند F قال شغفني بعد 1 قبل 30 يوم عمل يعني 29 يوم لكن قال كده start يبقى أطول بضم من
 ال start وأكتب ومله يعني تأخير كانه وهو الفرق بين ال 29 وال 12
 * البند G قال واحد وقت كثير من اللازم فانا حازر ياخذ 10 أيام بيس بدل ال 12 يبقى ال duration كيتبقى 10



Required :- for all shown networks:-

- 1) calculate the early & late Time for each activity Then determine the T.F & F.F
- 2) if the progress Report after 10 working days is as follows:-
 - a) 1 day remains to finish Act. B
 - b) Act. F will start 3 days after the finish of activity C
 - c) Act. D will overestimated & is believe to have a duration of 8 days
 - d) Act. E Can't start before working day 25
 - e) Act. H ^{was} underestimated & is believe to finish in 4 days.

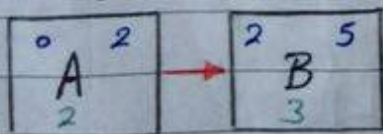
Draw The update Network

underestimated :-

overestimated :-

- يعنى مدته وقت زيادة من الحاجة
- يعنى مدته وقت أقل من المطلوب

ES = working day - 1



working day = 1 ← E.S. = 0 يعنى

• Total float = $LF - E.F = L.S - E.S$

• Free float = $\text{الوقت الذى يتبقى أن يتأخر بها ال Activity دون أن يؤثر ال Act. الى ورائها}$

as example $F.F_A = E.S_B - E.F_A$

Sec example

* لم يذكر أية معلومات عن البند A & C وندفظ

انهم خلاصاً نعلقاً قبل ال update التي بدأ عنده $E.S = 10$

* البند B قال إنه فاضل له يوم واحد على شأنه فخلعه وهو كما ال E.F بتاعته 10

لكنه هو قال إنه احتاج يوم كماه بعد ال update التي هو بدأ عنده $E.S = 10$

يبقى ال duration بتاعته يبقى يوم واحد ويبدأ ب 10 ويتحرك ب 11

* البند F قال هبدأ بعد 3 أيام من نهاية البند C

فأنا رغم كذا مشا تدخل البند C لكنك تستدل منه هو خلع أمته هلاقه

كاه خلعه بعد 8 أيام ع وقال إنه ال F هيك أخري اللي بتانية هبدأ بعد نهاية ال C

ب 3 أيام يعني هبدأ ب $E.S = 11$

* البند D قال إنه وافه وقت زيادة عن اللازم وهو 1 أيام (أنا محتاج 8 بس ع يبقى

هتخلي ال duration بتاعته 8 (أيام فقط)

* البند E قال لا يبدأ قبل 25 يوم عمل $E.S = W.D - 1$ يبقى ال E.S بتاعته هبقى

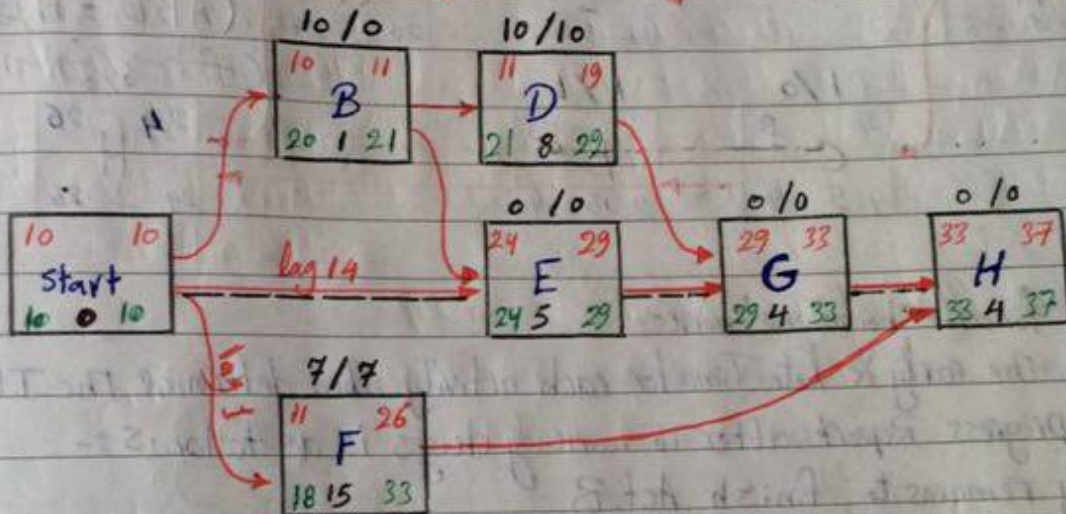
24 و مناشا مادام قال كلمة start فطلع من ال start بسم عليه ال عمل أي إنشأه

يبقى هنا $lag = 24 - 10 = 14$

* البند H بدأ أفنومت أقل من اللازم وهو 2 يوم ولكنك انكشفت إنه محتاج 4 أيام

يبقى هتخلي ال duration بتاعته 4 أيام بدلاً من يومين

@ after 10 working days \rightarrow 11 working days \rightarrow (10 E.S.)
لوم يذكّر أن activity في ال update معنا أن استيت روم مشاكل وهنا
هو activity A حيث لم يذكّر عن أي معلومات كتبت Act. C



Critical path EGH

رغم أنه لم يذكّر أي معلومات عن Act. G إلا أنه خالص بعد ال 10
التي عمل بعد فهم update وبالتالي هيئت في ال update
لكن Act A خالص بعد 3 أيام فقط أي قبل عمل ال update وبالتالي
هيئت في ال update لأنه تم روم مشاكل أو تعديل

Arrow Diagram (AOA)

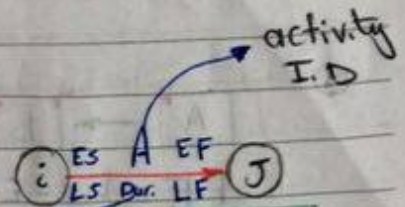
1. Arrow Diagram :-

Dummy Activity

- * Activity with Zero duration.
- * Used to satisfy Activities Relations.

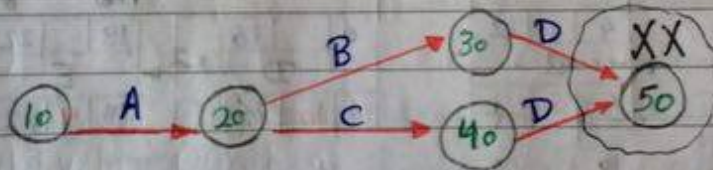
Case (1) :-

Activity	Depends on
A	-
B	A
C	A
D	B, C

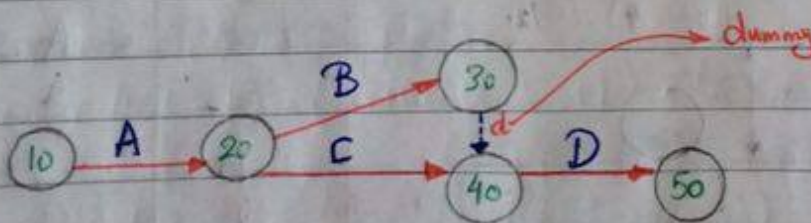


A	1-3
B	1-2
C	2-3
D	1-3

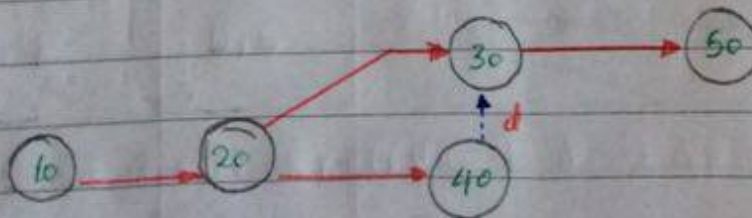
الكود لا يغير Activities بنفس الكود
يعني مثلاً لا يقبل A & D معاً (1-3)



* حل كذا



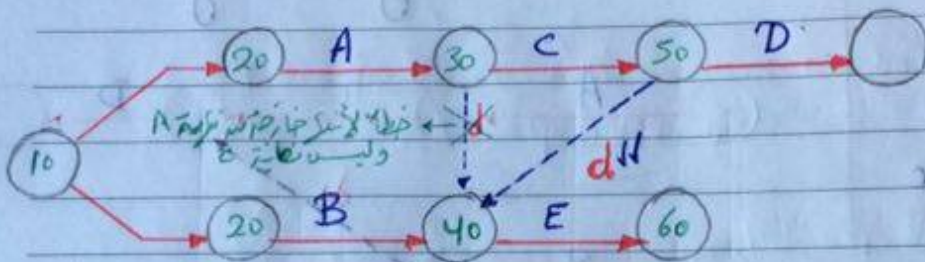
✓✓



✓✓

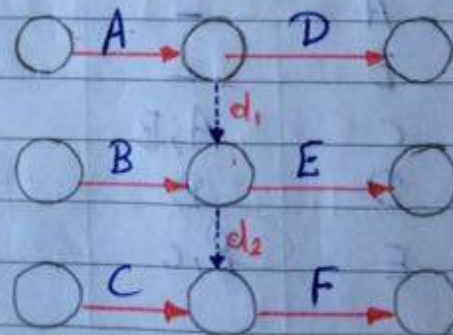
Case (2) :-

Activity	Depends on
A	-
B	-
C	A
D	C
E	B, C

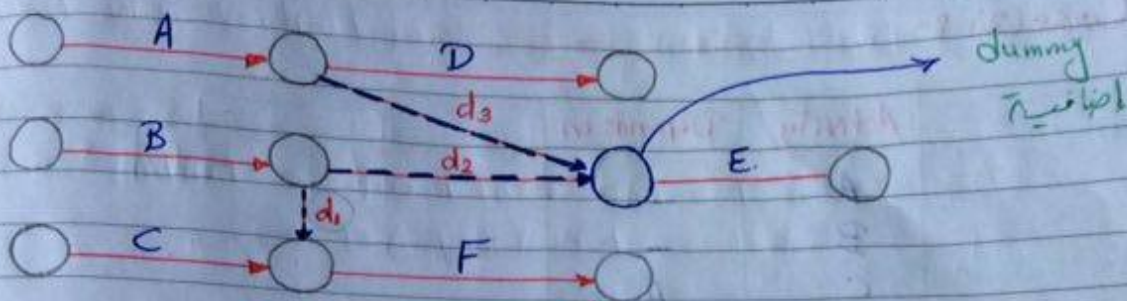


Case 3 :

Activity	Depends on
A	-
B	-
C	-
D	A
E	A, B
F	B, C



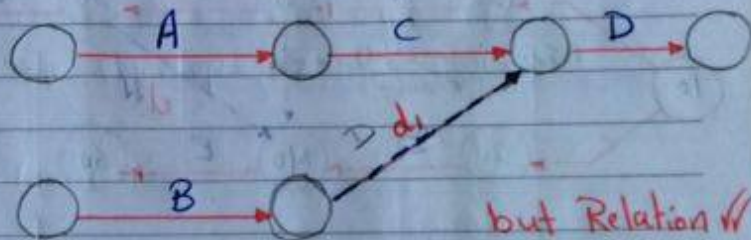
- d_1 ليس بفرصة
- d_2 خاطئة لأنها لا تأخذ من B وال d_1 وال d_2 لا تأخذ من A وال d_1 وال d_2 لا تأخذ من B وال d_1 وال d_2 لا تأخذ من C وال d_1 وال d_2 لا تأخذ من D وال d_1 وال d_2 لا تأخذ من E وال d_1 وال d_2 لا تأخذ من F



Case 4 :-

Activity	Depends on
A	-
B	-
C	A
D	B, C

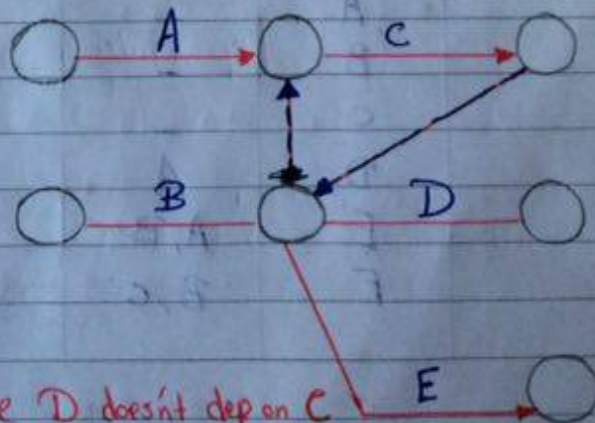
Unnecessary dummy



but Relation ✓

Case (5) :-

Activity	Depends on
A	-
B	-
C	A, B
D	B
E	B, C



* because D doesn't dep on C

